

Driving branches of inverter - sing common DC source for parallel branches formed by semiconductor switches controlled in same direction and supplying load via choke

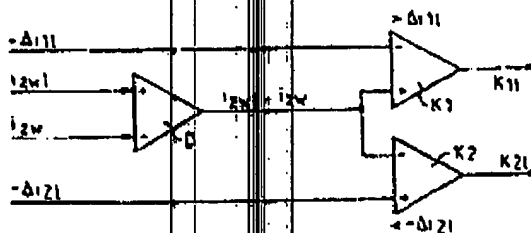
Patent number: DE4023207
Publication date: 1991-04-18
Inventor:
Applicant:
Classification:
- International: (IPC1-7): H02M1/08; H02M7/48
- European: H02M7/48P
Application number: DE19904023207 19900719
Priority number(s): DE19904023207 19900719

Report a data error here

Abstract of DE4023207

The parallel current regulator circuit uses a number of parallel current regulator paths between a DC source and a common load. The current in each regulator path is detected to provide a mean current value, at least two current values compared with the latter to provide difference values used to adjust the phases of the ignition pulses for the different thyristors, to maintain the symmetry between the currents obtained from each current regulator path. The current regulator paths are coupled galvanically via the throttle coils supplying the load and the ignition pulses for the thyristors in the paths with current values outside the mean value band are adjusted while the pulses for the thyristors in the remaining paths also delayed or advanced. **ADVANTAGE**
- Ensures current symmetry.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



BEST AVAILABLE COPY

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 Patentschrift
①1 DE 4023207 C1

②1 Aktenzeichen: P 40 23 207.7-32
②2 Anmeldetag: 19. 7. 90
④3 Offenlegungstag: —
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 18. 4. 91

⑤1 Int. Cl. 5:
H 02 M 1/08
H 02 M 7/48

DE 4023207 C1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, 6000 Frankfurt,
DE

⑦2 Erfinder:

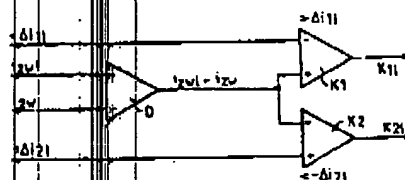
Eggert, Bernhard, Dr.-Ing.; Moll, Bernd, Dipl.-Ing.;
Hinders, Frank, Dipl.-Ing., 1000 Berlin, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 38 02 496 C2
DE-Buch v. K. Neumann u. C. Stumpe »Thyristoren«
Stuttgart, 1985, S. 301-302;

⑤4 Verfahren zum Betrieb von gleichsinnig gesteuerten Zweigen im Parallelbetrieb arbeitender Wechselrichter

Es soll ein Verfahren angegeben werden zum Betrieb von an eine gemeinsame Gleichspannungsquelle angeschlossen, mit ihren aus Halbleiterschaltern gebildeten Zweigen im Parallelbetrieb arbeitenden Wechselrichtern, die jeweils über eine Drosselpule eine gemeinsame Last speisen, bei dem die aufgrund ungleicher Schaltzeiten der Halbleiterschalter auftretenden Ausgleichsströme begrenzt werden können. Dabei werden die Ströme durch die jeweils parallelgeschalteten Wechselrichterzweige erfasst, und es wird aus den Stromwerten ein Mittelwert (i_{mw}) gebildet. Dieser Mittelwert (i_{mw}) der Ströme wird jeweils mit den Stromwerten (i_{zw}) der einzelnen Wechselrichterzweige verglichen. Entsprechend der Abweichung des jeweiligen Stromwerts (i_{zw}) vom Mittelwert (i_{mw}) über eine vorgebbare Bandbreite ($\pm \Delta i$) hinaus werden die Einsatzezeitpunkte und/oder die Endzeitpunkte der Zündimpulse für die Halbleiterschalter der einzelnen Wechselrichterzweige derart vorverlegt oder verzögert, daß eine Symmetrierung der durch die Wechselrichterzweige fließenden Ströme erfolgt. Grundsätzlich wird für alle Halbleiterschalter in den Wechselrichterzweigen, deren Stromwerte innerhalb der um den Mittelwert vorgegebenen Bandbreite liegen, auch der Einsatzezeitpunkt der Zündimpulse um eine vorgegebene Zeit verzögert und/oder es wird auch der Endzeitpunkt der Zündimpulse um eine vorgegebene Zeit vorverlegt.



DE 4023207 C1

BEST AVAILABLE COPY

DE 40 23 207 C1

1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs. Ein solches Verfahren ist durch die DE 36 02 496 C2 bekannt.

Durch die verschiedenen Schaltzeiten der steuerbaren Halbleiterventile entstehen bei der Parallelschaltung von Wechselrichterzweigpaaren zusätzliche Belastungen durch Ausgleichsströme, die die speisende Gleichspannungsquelle durch die gleichsinnig gesteuerten Wechselrichterzweige treibt. Diese Ausgleichsströme müssen durch Zusatzmaßnahmen begrenzt bzw. vermieden werden.

Die unterschiedlichen Schaltzeiten der Halbleiterschalter lassen sich z. B. dadurch aneinander angleichen, daß aus einer ausreichend großen Anzahl von Halbleiterschaltern diejenigen ausgewählt werden, die etwa gleiche Eigenschaften aufweisen. Ein derartiges Selektieren ist jedoch unwirtschaftlich und deshalb in der Regel in der Praxis nicht realisierbar.

In einfacher Weise bietet es sich aber statt dessen an, am Ausgang der Wechselrichter Drosselspulen zuzuordnen (vgl. K. Heumann und C. Stumpe "Thyristoren", B. G. Teubner, Stuttgart, 1969, insbesondere Seiten 301 und 302). Da die unterschiedlichen Schaltzeiten der Halbleiterschalter jedoch eine mittlere Spannung, die ungleich Null ist, an den Drosselspulen bewirken können, muß für eine geeignete Gegenspannung gesorgt werden. Dies kann z. B. dadurch erreicht werden, daß ohmsche Widerstände in Reihe zu den Drosseln angeordnet werden. Bei großen Leistungen und hohen Wirkungsgraden eines Wechselrichters ist diese Lösung jedoch wegen der Verlustleistung der Widerstände unwirtschaftlich.

Das in der eingangs genannten DE 36 02 492 C2 beschriebene Verfahren legt parallel arbeitende Wechselrichterzweige zugrunde, die galvanisch an ihrem Ausgang nicht miteinander verbunden sind. Vielmehr arbeiten die einzelnen Wechselrichter über Drosselspulen auf getrennte Primärwicklungen eines Transformators, der eine einzige Sekundärwicklung aufweist. Die Ströme durch die Primärwicklungen werden zur Bildung eines Mittelwerts herangezogen.

Bei diesem bekannten Verfahren werden $n-1$ der n die Wechselrichterströme mit dem Mittelwert verglichen und die Regelabweichungen jeweils einem Stromregler zugeführt. Die Ausregelung der Regelabweichungen läßt eine schnelle Stellung des Stromes durch eine Verschiebung der Zündimpulse für die Halbleiterschalter zwecks Symmetrierung der Ströme nicht zu. Auch kann es Schwierigkeiten geben, einen zur Symmetrierung ausreichenden Stellbereich für die Zündimpulse, insbesondere bei einer zeitlichen Vorverlegung der Zündimpulse, sicherzustellen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Verfahren der eingangs genannten Art derart auszugestalten, daß beim Einsatz von nicht selektierten Halbleiterschaltern in den Wechselrichterzweigen der parallel arbeitenden Wechselrichter ohne zusätzlichen Aufwand an Leistungsbauteilen insbesondere ohmschen Widerständen eine ausreichende Gegenspannung zur Symmetrierung der Ströme durch die Wechselrichterzweige erzeugt wird, wobei eine sehr schnelle Stellung des zu symmetrierenden Stromes über einen Steuersatz erfolgt und ein ausreichender zeitlicher Stellbereich für die Zündimpulse zur Verfügung gestellt wird.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die im Patentanspruch gekennzeichneten Merkmale gelöst.

2

Jeder Strom kann, sobald die eingestellte Bandbreite überschritten wird, durch Verschiebung des Einsatz- und/oder des Endzeitpunkts der Zündimpulse ummittelbar (d. h. nicht erst durch Einregelung) symmetriert werden, wodurch sich auch der notwendige Aufwand für die Drosselspulen verringert. Eine zeitliche Verschiebung der Zündimpulse ist dabei vorteilhafter stets durch die grundsätzliche Verschiebung der Einsatzpunkte bzw. Vorverlegung der Endzeitpunkte der Zündimpulse möglich.

Das Verfahren nach der Erfindung soll im folgenden anhand der Zeichnung für ein Anwendungsbeispiel erläutert werden. Es zeigt

Fig. 1 die Bildung eines Mittelwerts aus einzelnen Wechselrichterzweigströmen,

Fig. 2 den Vergleich des in Fig. 1 gebildeten Mittelwerts mit einem der Zweigströme und

Fig. 3 den Zeitverlauf von Steuersignalen für die Halbleiterschalter eines Wechselrichterzweiges.

Den weiteren Erläuterungen zugrundegelegt und hier nicht gezeigt werden n parallel betriebene Wechselrichterzweige, die aus einer gemeinsamen Gleichspannungsquelle gespeist werden und jeweils über eine Drosselspule auf eine gemeinsame Last arbeiten. Dabei sind die n Wechselrichterzweige aus unterschiedliche Schaltzeiten aufweisenden Halbleiterschaltern gebildet. Deren Ströme sollen gemäß dem Verfahren nach der Erfindung symmetriert werden: In Fig. 1 ist dazu ein Summierglied A gezeigt, dem in üblicher Weise (z. B. über Wandler) erfasste Stromwerte $i_{zw1}, i_{zw2}, \dots, i_{zwn}$ von durch die n parallel betriebenen Wechselrichterzweige fließenden Strömen zugeführt sind. Das Summierglied A summiert die ihm zugeführten Stromwerte zum Wert des Laststromes I auf. Ein dem Summierglied A nachgeschaltetes Dividierelement T teilt den Laststrom I durch die Anzahl der beteiligten Wechselrichterzweige und bildet somit einen Mittelwert i_{zw} aller Zweigströme.

Dieser Mittelwert i_{zw} wird jeweils mit den tatsächlichen Stromwerten i_{zw1}, \dots, i_{zwn} verglichen. Fig. 2 zeigt als Beispiel den Vergleich des Mittelwertes i_{zw} mit dem Stromwert i_{zw1} eines beliebigen Wechselrichterzweiges durch ein Vergleichsglied D. Am Ausgang des Vergleichsgliedes D liegt ein Signal, das der Abweichung der beiden dem Vergleichsglied D zugeführten Werte i_{zw} und i_{zw1} voneinander entspricht.

Diese Abweichung ist zwei Komparatoren K1 und K2 zugeführt, die Signale $K_{11}=0$ bzw. $K_{21}=0$ abgeben, wenn die Abweichung innerhalb einer Bandbreite $\pm \Delta i$ bleibt.

Überschreitet die Abweichung die Bandbreite nach oben, d. h. ist $i_{zw1} > \Delta i$, springt das Ausgangssignal K_{11} des Komparators K1 auf den Pegel 1 ($K_{11}=1$). Unterschreitet die Abweichung die Bandbreite nach unten, d. h. ist $i_{zw1} < -\Delta i$, wechselt am Komparator K2 das Ausgangssignal zu $K_{21}=1$.

Die Ausgänge der jeweiligen Komparatoren K1, K2 zeigen also an, ob der Zweigstrom i_{zw1} innerhalb, oberhalb oder unterhalb des Toleranzbandes $i_{zw} \pm \Delta i$ liegt, wie die folgende Tabelle zeigt:

	K_{11}	K_{21}
$i_{zw1} - i_{zw} > \Delta i_{11}$	1	0
$-\Delta i_{21} < i_{zw1} - i_{zw} < \Delta i_{11}$	0	0
$-\Delta i_{21} > i_{zw1} - i_{zw}$	0	1

BEST AVAILABLE COPY

DE 40 23 207 C1

3

Die beiden Signale K_{11} , K_{21} werden nun weiterhin verwendet, um ein Steuersignal S für die Halbleiter in den parallelgeschalteten Wechselrichterzweigen so zu verändern, daß die Querströme zwischen den Wechselrichterzweigen begrenzt bleiben. Dabei genügt es, entweder den Einschaltbefehl (S von 0 auf 1) oder den Ausschaltbefehl (S von 1 auf 0) für die Halbleiterschalter des jeweiligen Wechselrichterzweiges zu beeinflussen. Prinzipiell können beide Befehle auch gleichzeitig verändert werden.

In Fig. 3 ist das beschriebene Verfahren nur für die Beeinflussung des Einschaltbefehls dargestellt:

Der Einschaltbefehl für das Steuersignal S (Zeitverlauf a) wird für den beliebigen Wechselrichterzweig 1 grundsätzlich um die Zeit t_{01} verzögert (Zeitverlauf b), um einen ausreichenden Zeitraum bei einer eventuellen Vorverlegung des Zündzeitpunktes der Halbleiterschalter zur Verfügung zu haben (Zeitverlauf c). Das so für den Wechselrichterzweig gewonnene Steuersignal S_1 steuert nun die Halbleiterschalter dieses Zweiges 1, wenn die Ausgangssignale der beiden in Fig. 2 mit K_1 , K_2 bezeichneten Komparatoren $K_{11}=0$ und $K_{21}=0$ sind, d. h. der Zweigstrom innerhalb des Toleranzbandes liegt.

Ist der Zweigstromwert i_{zw1} unterhalb des Toleranzbandes, d. h. wird das Ausgangssignal $K_{11}=0$ und $K_{21}=1$, so wird der Einschaltbefehl des Signals S_1 um die Zeit $t_{21} \leq t_{01}$ vorverlegt (Zeitverlauf c).

Ist der Zweigstrom größer als $i_{zw} + \Delta i_{11}$, d. h. ist das vom Komparator K_1 gelieferte Ausgangssignal $K_{11}=1$ und $K_{21}=0$, so wird der Einschaltbefehl S_1 für die Halbleiterschalter des Wechselrichterzweiges 1 um t_{11} weiter verzögert (Zeitverlauf d). Durch geeignete Wahl der zeitlichen Verschiebungen t_{01} , t_{11} , t_{21} werden die jeweiligen Zweigströme mit Sicherheit begrenzt.

Statt bei einem Wechselrichter ist die Anwendung des Verfahrens nach der Erfindung z. B. auch bei parallelgeschalteten Choppern mit Vorteil einsetzbar.

Patentanspruch

Verfahren zum Betrieb von an eine gemeinsame Gleichspannungsquelle angeschlossenen, mit ihren aus Halbleiterschaltern gebildeten Zweigen im Parallelbetrieb arbeitenden Wechselrichtern, die jeweils über eine Drosselspule eine gemeinsame Last speisen, bei dem

- die Ströme durch die jeweils im Parallelbetrieb arbeitenden Wechselrichterzweige erfaßt werden, aus diesen Strömen der Mittelwert gebildet wird und
- mindestens zwei Stromwerte jeweils mit dem Mittelwert verglichen werden und
- entsprechend der Abweichung des jeweiligen Stromwerts vom Mittelwert der durch den Wechselrichterzweig fließende Strom durch zeitliche Verschiebung des Zündimpulses für die Halbleiterschalter im Wechselrichterzweig jeweils so weit phasenverschoben wird, daß eine Symmetrierung aller durch die einzelnen Wechselrichterzweige fließenden Ströme erfolgt,

dadurch gekennzeichnet,

- daß bei im Parallelbetrieb arbeitenden Wechselrichtern mit galvanisch über die Drosselspulen verbundenen Wechselrichterzweigen entsprechend der Abweichung des jeweiligen Stromwerts vom Mittelwert über eine

4

vorgegebene Bandbreite hinaus die Einsatzzeitpunkte und/oder die Endzeitpunkte der Zündimpulse der Halbleiterschalter der einzelnen Wechselrichterzweige vorverlegt oder verzögert werden.

— und daß grundsätzlich für alle Halbleiterschalter in den Wechselrichterzweigen, deren Stromwerte innerhalb der um den Mittelwert vorgegebenen Bandbreite liegen, auch der Einsatzzeitpunkt der Zündimpulse um eine vorgegebene Zeit verzögert wird und/oder auch der Endzeitpunkt der Zündimpulse um eine vorgegebene Zeit vorverlegt wird.

Hierzu: Seite(n) Zeichnungen

BEST AVAILABLE COPY

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer: DE 40 23 207 C1
 Int. Cl. H 02 M 1/08
 Veröffentlichungstag: 18. April 1991

FIG.1

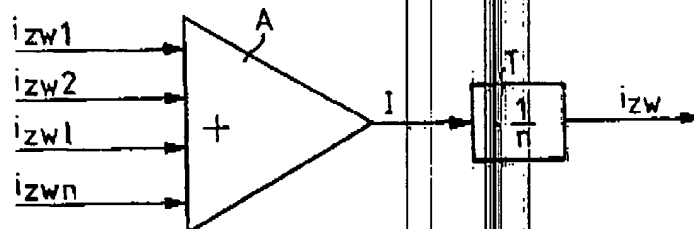


FIG.2

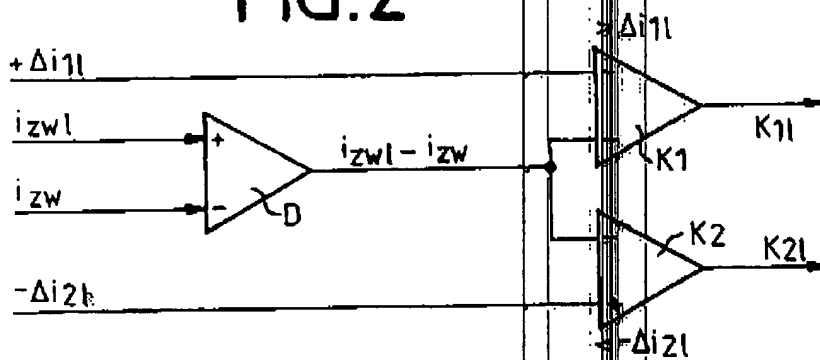
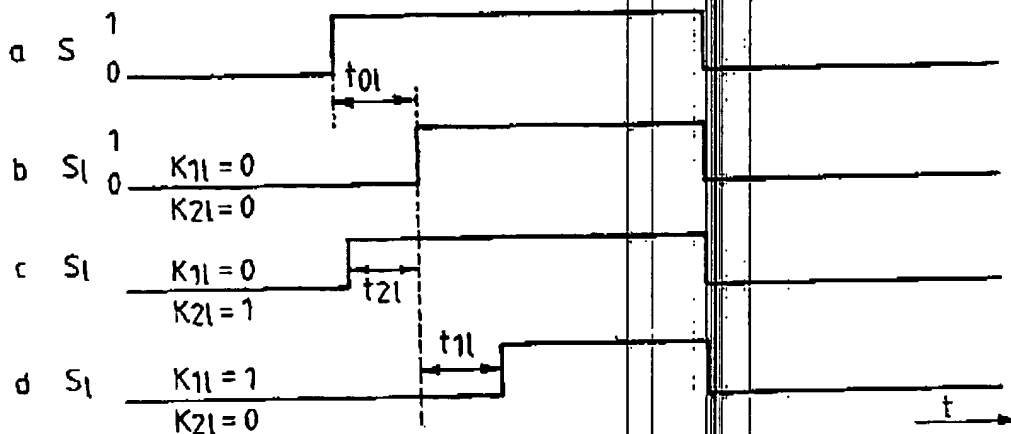


FIG.3



108 116/401

BEST AVAILABLE COPY